

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-098866

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H02N 2/00
H01L 41/09

(21)Application number : 09-251026

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC

(22)Date of filing : 16.09.1997

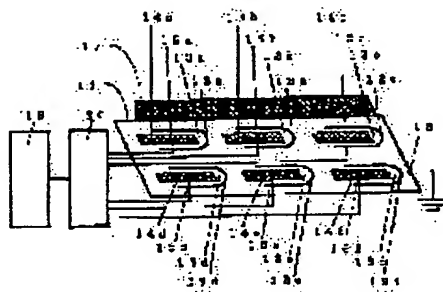
(72)Inventor : SUZUKI YOKO
TANI KAZUO
SUZUKI MIZUAKI
MAEDA HIDETAKA

(54) PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obviate a projected portion to be brought into contact with an object to be driven for reduction in size, by forming inside a driving block displacement mechanism portions ends on one side of which are fixed on the driving block and ends on the other side of which are free, and sticking a piezoelectric element to the displacement mechanism portion.

SOLUTION: An alternating-current voltage from a signal generator 19 is input to a driver 20 and amplified, and further part or all of a plurality of electrodes 15a-15f are selectively energized. When the alternating-current voltage is applied to the electrodes 15a-15f, piezoelectric elements 14a-14f are repeatedly bent according to the applied voltage. Bending vibration is excited in displacement mechanism portions 13a-13f due to bending in the piezoelectric elements 14a-14f. Using the vibration as driving source a moving body 17 moves from the fixed ends to the free ends of the displacement mechanism portions 13a-13f, that is, from right to left. The moving body 17 is brought into contact with a driving block 11 under pressure by self weight, and an electrode 16 is grounded. However, even if the actuator is connected to a pole opposite to the voltage applied to the electrodes 15a-15f, the actuator can be operated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3492163

[Date of registration] 14.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C), 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The displacement device section which has the free edge which it is prepared in the interior of an actuation block and said actuation block, and carries out movable freely to said actuation block, and the fixed-end section fixed to said actuation block, said variation rate — the piezoelectric device joined by one field of the device section, and said variation rate — the electrostrictive actuator characterized by having the mobile in contact with the field of another side of the device section, the electrode joined to said piezoelectric device and electric target, and the voltage source energized to said electrode.

[Claim 2] The electrostrictive actuator according to claim 1 characterized by having prepared two or more said displacement device sections in said actuation block, and arranging the direction of the fixed-end section of two or more of said displacement device sections, and a free edge with an one direction.

[Claim 3] the inside of said actuation block — said variation rate — two or more device sections prepare — having — said two or more variation rates — the first variation rate with which the direction of the fixed-end section of the device section and a free edge was arranged with the one direction — device *** and said first variation rate — the second variation rate with which, as for device ***, the direction of the fixed-end section and a free edge was arranged with hard flow — the electrostrictive actuator according to claim 1 characterized by having device ***.

[Claim 4] Said first displacement device *** and said second displacement device *** are an electrostrictive actuator according to claim 3 characterized by not being arranged on the same straight line.

[Claim 5] The first displacement device *** by which two or more said displacement device sections were prepared in said actuation block, and the direction of the fixed-end section of two or more of said displacement device sections and a free edge was arranged with the one direction, The second displacement device *** by which the direction of the fixed-end section and a free edge was arranged with said first displacement device *** to hard flow, said first variation rate — device *** or said second variation rate — the third variation rate with which the direction of the fixed-end section and a free edge was arranged in the direction of the fixed-end section of device ***, and a free edge, and the direction which intersects perpendicularly in the one direction — with device *** The electrostrictive actuator according to claim 1 characterized by having the fourth displacement device *** by which the direction of the fixed-end section and a free edge was arranged with hard flow with said third displacement device ***.

[Claim 6] the variation rate which has the fixed-end section fixed to an actuation block, and the free edge which it is prepared in the interior of said actuation block, and carries out movable freely to said actuation block and said actuation block — the device section and said variation rate — the electrostrictive actuator characterized by to have the piezoelectric device joined by one field of the device section, the electrode which were joined to said piezoelectric device and electric target, and the voltage source which energize to said electrode.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the small actuator which used the piezoelectric device.

[0002]

[Description of the Prior Art] What the front face of the oscillating object which consists of an elastic body as a general electrostrictive actuator conventionally, using a piezoelectric device as a driving source is made to carry out application-of-pressure contact of the mobile, and is driven is known. As the example, the micro motor (a patent application disclosure number and JP,7-184382,A) to which a body is moved is raised. The electrostrictive actuator has many examples which constitute the friction material which excelled [elastic body] the metal in abrasion resistance from points, such as the processing approach, in PZT at the sliding surface of a mobile at the piezoelectric device.

[0003] The principle of operation of the conventional electrostrictive actuator is as follows. The piezoelectric device by which polarization was carried out to actuation is prepared in one field of a rectangular oscillating object, and electric field are periodically impressed to a piezoelectric device.

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL FIELD

[Field of the Invention] This invention relates to the small actuator which used the piezoelectric device.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

PRIOR ART

[Description of the Prior Art] What the front face of the oscillating object which consists of an elastic body as a general electrostrictive actuator conventionally, using a piezoelectric device as a driving source is made to carry out application-of-pressure contact of the mobile, and is driven is known. As the example, the micro motor (a patent application disclosure number and JP,7-184382,A) to which a body is moved is raised. The electrostrictive actuator has many examples which constitute the friction material which excelled [elastic body] the metal in abrasion resistance from points, such as the processing approach, in PZT at the sliding surface of a mobile at the piezoelectric device.

[0003] The principle of operation of the conventional electrostrictive actuator is as follows. The piezoelectric device by which polarization was carried out to actuation is prepared in one field of a rectangular oscillating object, and electric field are periodically impressed to a piezoelectric device. Longitudinal oscillation and a bending oscillation excite by this, and it is spread to the whole oscillating object, and is transmitted from the phase contrast of impression electric field to a mobile as a progressive wave. Vertical motion is changed into this progressive wave by lateral motion with the thickness of an oscillating object, and it causes ellipse motion to an oscillating body surface. By carrying out application-of-pressure contact and installing a mobile in an oscillating object, the frictional force between a mobile and an oscillating object tells longitudinal direction motion of an oscillating body surface to a mobile, and a mobile exercises.

[0004]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the miniaturization of an electrostrictive actuator is realizable. That is, the electrostrictive actuator of this invention prepared the displacement device section which has the free edge where the fixed-end section which had the end fixed to the interior of an actuation block by actuation block, and the other end were separated from the actuation block, and was taken as the arrangement configuration which stuck the piezoelectric device on this displacement device section. All the troubles about the height part creation from which the amount of [in contact with the actuation object which was indispensable to the conventional electrostrictive actuator] height became unnecessary and it became [creation] a problem from this to the miniaturization are avoidable.

[0047]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL PROBLEM

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the conventional electrostrictive actuator is miniaturized as it was, there are many troubles which influence actuation capacity. Since the flexural rigidity of ** oscillating object with which process tolerance with creation of the minute height in contact with ** mobile high at the head of a difficulty ** height as the trouble is demanded is large, it is raised that the conversion efficiency between vibration-amplitude-passing speed falls etc.

[0007] For this reason, in having miniaturized the electrostrictive actuator as it was, a function equivalent to size could not be expected conventionally, but implementation of an electrostrictive actuator miniaturization was difficult. This invention removes the above troubles and makes it possible to miniaturize the electrostrictive actuator itself.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

MEANS

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the electrostrictive actuator of this invention made the actuation block the thin plate configuration, created holes, such as U characters or horseshoe-shaped, inside the actuation block, and prepared the displacement device section which has the free edge separated by this hole from the actuation block, and the fixed-end section fixed to the actuation block. And the piezoelectric device of a thin film configuration is stuck on one front face of this displacement device section. By impressing an electrical potential difference periodically, a piezoelectric device repeats deformation according to applied voltage. A mobile or a base, and the frictional force between electrostrictive actuators occur, and it becomes driving force because the displacement device section carries out a crookedness oscillation according to deformation of this piezoelectric device. Thus, the electrostrictive actuator using the displacement device section of a thin plate configuration and the piezoelectric device of a thin film configuration of this invention can solve the technical problem of a miniaturization and thin-shape-izing. Moreover, since the displacement device section is constituted from a thin plate configuration, flexural rigidity can be made small and the conversion efficiency between vibration-amplitude-passing speed improves.

[0009]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98866

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

C

H 0 1 L 41/09

H 0 1 L 41/08

C

J

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-251028

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月16日

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 鈴木 陽子

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(72) 発明者 谷 和夫

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(72) 発明者 鈴木 瑞明

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ

イコーインスツルメンツ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

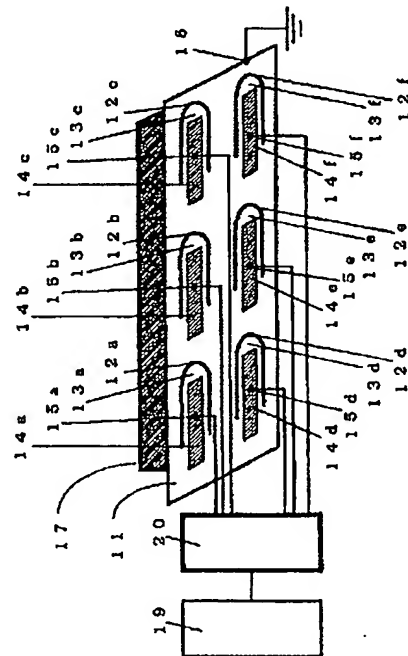
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 圧電アクチュエータを小型化する。

【解決手段】 薄い平板形状の駆動ブロックより切り離された自由端部と、駆動ブロックに固定された固定端部を有する変位機構部に圧電素子を接合した。この圧電素子の変位により変位機構部が屈曲振動することで、変位機構部と加圧接触している移動体もしくは基盤との間に摩擦が発生する。この摩擦力により、移動体もしくは圧電アクチュエータ自体が移動するものである。薄い平板の駆動ブロックと駆動ブロックに対して突起部分を持たない変位機構部という構成のため、圧電アクチュエータ自体を小型化・薄型化できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動ブロックと、

前記駆動ブロック内部に設けられ、前記駆動ブロックに対し自由に可動する自由端部と前記駆動ブロックに固定された固定端部を有する変位機構部と、
前記変位機構部の一方の面に接合された圧電素子と、
前記変位機構部の他方の面に接触する移動体と、
前記圧電素子と電気的に接合された電極と、
前記電極に通電する電圧源とを備えたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【請求項2】 前記駆動ブロック内に前記変位機構部が複数設けられ、前記複数の変位機構部の固定端部と自由端部の方向が一方向に揃えられたことを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

【請求項3】 前記駆動ブロック内に前記変位機構部が複数設けられ、前記複数の変位機構部の固定端部と自由端部の方向が一方向に揃えられた第一の変位機構部群と、前記第一の変位機構部群とは逆方向に固定端部と自由端部の方向が揃えられた第二の変位機構部群を有することを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

【請求項4】 前記第一の変位機構部群と前記第二の変位機構部群は、同一直線上に配置されていないことを特徴とする請求項3記載の圧電アクチュエータ。

【請求項5】 前記駆動ブロック内に前記変位機構部が複数設けられ、前記複数の変位機構部の固定端部と自由端部の方向が一方向に揃えられた第一の変位機構部群と、前記第一の変位機構部群とは逆方向に固定端部と自由端部の方向が揃えられた第二の変位機構部群と、前記第一の変位機構部群あるいは前記第二の変位機構部群の固定端部と自由端部の方向と直交する方向に固定端部と自由端部の方向が一方向に揃えられた第三の変位機構部群と、前記第三の変位機構部群とは逆方向に固定端部と自由端部の方向が揃えられた第四の変位機構部群とを有することを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

【請求項6】 駆動ブロックと、

前記駆動ブロック内部に設けられ、前記駆動ブロックに対し自由に可動する自由端部と前記駆動ブロックに固定された固定端部を有する変位機構部と、
前記変位機構部の一方の面に接合された圧電素子と、
前記圧電素子と電気的に接合された電極と、
前記電極に通電する電圧源とを備えたことを特徴とする圧電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電素子を用いた小型アクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、一般的な圧電アクチュエータとして、駆動源として圧電素子を用い、弾性体よりなる振動

体の表面に移動体を加圧接触させて駆動するものが知られている。その一例として、物体を移動させるマイクロモータ（特許出願公開番号・特開平7-184382）があげられる。その圧電アクチュエータには、圧電素子にはPZTを、弾性体には加工方法などの点から金属を、移動体の摺動面には耐摩耗性の優れた摩擦材を構成している例が多い。

【0003】従来の圧電アクチュエータの動作原理は次の通りである。駆動用に分極された圧電素子を方形の振動体の一方の面に設け、圧電素子に周期的に電界を印加する。これにより縦振動および横振動が励起し、振動体全体へと伝搬され、印加電界の位相差から移動体に進捗波として伝わる。この進捗波は、振動体の厚みにより上下運動を横方向の運動に変換され、振動体表面に楕円運動を起こす。移動体を振動体に加圧接触して設置することにより、移動体と振動体間の摩擦力が振動体表面の横方向運動を移動体へ伝え、移動体が運動する。

【0004】このような従来の圧電アクチュエータは、①構造が簡単②アクチュエータサイズに対して発生力が大きい③応答性に優れる④非磁性材料で構成できる等の特徴を持つ。その一方で、従来の圧電アクチュエータでは、振動体の上下振動振幅値が数ミクロンの極めて小さな値であるために、振幅が最大値になる状態で振動体と移動体を接触させて機械出力を取り出すことが重要であった。

【0005】このため、従来の圧電アクチュエータでは、発生出力や移動速度を向上させるため、①移動体と接触する振動体の表面に突起をつくり振動を効率よく直線運動に伝達する②移動体との接触圧力を大きくする等の方策が採られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の圧電アクチュエータをそのまま小型化した場合、駆動能力を左右する問題点が多い。その問題点として、①移動体と接触する微小突起部の作成が困難②突起部先端に高い加工精度が要求される③振動体の曲げ剛性が大きいため、振動振幅-移動速度間の変換効率が低下するなどがあげられる。

【0007】このため圧電アクチュエータをそのまま小型化したのでは、従来サイズと同等の機能が期待できず、圧電アクチュエータ小型化の実現は困難であった。本発明は、上述のような問題点を取り除き、圧電アクチュエータ自体を小型化することを可能とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の圧電アクチュエータは、駆動ブロックを薄い平板形状とし、駆動ブロック内部にU字もしくはコ字型などの穴を作成し、この穴により駆動ブロックより切り離された自由端部と駆動ブロックに固定された固定端部を有する変位機構部を設けた。そして、この変位機構

部の一方の表面に薄膜形状の圧電素子を張り付ける。周期的に電圧を印加することで、圧電素子は印加電圧に応じて変形を繰り返す。この圧電素子の変形により変位機構部が屈曲振動することで、移動体もしくは基盤と圧電アクチュエータ間の摩擦力が発生し、駆動力となる。このように、薄い平板形状の変位機構部と薄膜形状の圧電素子を利用した本発明の圧電アクチュエータは、小型化および薄型化の課題を解決できる。また、変位機構部を薄い平板形状で構成することから、曲げ剛性を小さくでき、振動振幅-移動速度間の変換効率が向上する。

【0009】それに加え、複数の変位機構部を駆動ブロックに設け、複数の変位機構部の固定端部と自由端部の向きを一方に揃えることで、移動体を効率よくリニアに移動できる。更に、複数の変位機構部の固定端部と自由端部の向きを一方に揃えた列と、この列とは逆向きに固定端部と自由端部の向きを揃えた列を設けることで、移動体の往復直線運動が可能になる。また、この固定端部と自由端部を結ぶ直線が一直線上に存在しない複数の変位機構部を同時に駆動することで、移動体の回転運動が可能になる。さらに複数の変位機構部を各々直角になるよう向きを揃えることで、移動体を平面上自由に移動させることが可能になり、高機能化が実現する。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明に関わる圧電アクチュエータの実施の形態およびその駆動方法を図面に基いて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

（実施の形態1）図1は、本発明の第1の実施例に関わる圧電アクチュエータを示す斜視図である。

【0011】圧電アクチュエータは、駆動ブロック11、圧電素子14a、14b、14c、14d、14eおよび14f、圧電素子14a~14fと電気的に接合された電極15a、15b、15c、15d、15eおよび15f、駆動ブロック11と電気的に接合された電極16とで構成される。駆動ブロック11の内部にはU字もしくはコ字型などの穴12a、12b、12c、12d、12eおよび12f、穴12a~12fによりそれぞれ切り出された変位機構部13a、13b、13c、13d、13eおよび13f、変位機構部13a~13fにそれぞれ接合された圧電素子14a~14fが配設されている。そして、電極15a~15fにはドライバー19を、ドライバー19には信号発生器20を接続し、電極16を接地する。

【0012】そして、圧電素子14a~14fが接合された面を下にして、駆動ブロック11の上面に移動体17を設置する。この移動体17と駆動ブロック11とは移動体17の自重で加圧接触している。ここで、変位機構部13a~13fは、駆動ブロック11に対し自由に可動する自由端部と駆動ブロック11に固定された固定端部を有する。また変位機構部13a~13fは駆動ブ

ロック11の内部に存在し、駆動ブロック11に対して突起部分を持たない。そして、駆動ブロック11上には複数の変位機構部13a~13fの固定端部と自由端部の方向が一方に揃えて配置されている。

【0013】この圧電アクチュエータの構成に、信号発生器19から出力した交流電圧をドライバー20に入力する。ドライバー20は入力された交流電圧を増幅するとともに、複数の電極15a~15fの一部もしくは全てに選択して通電する役割を果たす。電極15a~15fに交流電圧が印加されると、圧電素子14a~14fは印加電圧に応じて屈曲を繰り返す。この圧電素子14a~14fの屈曲により、変位機構部13a~13fに屈曲振動が励起する。この振動が駆動源となり、移動体17は変位機構部13a~13fの固定端部から自由端部、つまり図1の右から左へ移動する。

【0014】詳しい移動原理は下記の移動原理の説明の項で説明する。なお、ここでは、駆動ブロック11にはステンレス鋼材を、圧電素子14a~14fにはPZT薄膜を使用した。駆動ブロック11と接合した電極16に通電するために、駆動ブロック11は導電体であることが必要である。ただし、圧電素子14a~14f-移動体17間を導体、絶縁体で多層構造にすれば、表面が絶縁体の駆動ブロックも可能である。

【0015】ここでは電極16を接地したが、電極15a~15fに印加する電圧と対極に接続しても、この圧電アクチュエータは動作する。なお、印加電圧に関しても、ここでは交流電圧を印加したが、単極のパルスでも動作する。また、圧電素子を駆動するための電圧源を用いたが、他励振回路を使用しても圧電アクチュエータとして同様の機能を有することができる。

【0016】なお、本圧電アクチュエータの駆動には、移動体17と変位機構部13a~13fの加圧接触が要求される。ここでは、移動体17の自重により駆動ブロック11と加圧接触させた。しかし、自重によらない一定の接触圧を発生させるため、駆動ブロック11、特に変位機構部13a~13fと移動体17を加圧接触させるバネ等の機構を付加することで、同様の機能を有することができる。

【0017】なお、この変位機構部13a~13fを有する圧電アクチュエータを、後述の実施の形態4のように用いると、圧電アクチュエータ自体が基盤18上を直進運動する構成も可能である。また、変位機構部13a~13fを複数配置した場合、それに圧電素子14a~14fを介して接合した電極15a~15fすべてに電圧を印加せずとも本圧電アクチュエータの駆動は可能である。

【0018】なお、この変位機構部13a~13fを有する圧電アクチュエータを、後述の実施の形態4のように用いると、圧電アクチュエータ自体が基盤18上を直進運動する構成も可能である。

(移動原理の説明) 図2は、本発明の圧電アクチュエータの駆動原理を示す断面図である。

【0019】圧電アクチュエータの構成は実施の形態1と同様である。すなわち、圧電アクチュエータは、駆動ブロック11、圧電素子14、圧電素子14と電気的に接合された電極15、駆動ブロック11と電気的に接合された電極16とで構成される。駆動ブロック11には、駆動ブロック11から切り出された変位機構部13、変位機構部13に接合された圧電素子14が配置されている。そして、電極16を接地し、電極15に電圧を印加する。

【0020】図2において電極15は正の直流電圧によって励起する一方、電極16は接地されている。この励起状態の時、圧電素子14は移動体17に対して凹に屈曲する。電圧をとりさえれば、圧電素子は、その元の形状に復帰する。このとき、圧電素子14の変形により変位機構部13も同様に屈曲する。変位機構部13は固定端部と自由端部が存在するため、圧電素子の屈曲により自由端部が移動し、移動体17に押しつける形となる。この変位機構部13の変形は自由端部を移動体17へ押しつける一方、自由端部先端はわずかながら固定端部側へと移動する。この移動は、図2中では右から左で表わされる。このわずかな自由端部先端の移動が、移動体との摩擦力を生み出す。この摩擦力は、変位機構部13の自由端部から固定端部へ方向であり、移動体はその方向、つまり図2の右から左へと移動する。

【0021】圧電素子14に交流電圧など周期的に電圧変化を与えることで、上記の現象が繰り返し励起され、移動体17の連続的な移動が可能となる。なお、本圧電アクチュエータの駆動には、移動体17と変位機構部13の加圧接触が要求される。ここでは、移動体17の自重により駆動ブロック11と加圧接触させた。しかし、駆動ブロック11、特に変位機構部13と移動体17を加圧接触させるバネ等の機構を付加することで、自重によらない一定の接触圧を加圧できる。したがって、圧電アクチュエータと移動体の上下位置関係によらず、移動体17を駆動することが可能である。

【0022】また、移動体17と変位機構部13との接触に関して、図2では変位機構部13と接触する移動体17の接触面を平面であらわした。しかし、複数の変位機構部が駆動ブロックに配置される場合、移動体17はある一つの変位機構部と接触していれば駆動できる。このことから、駆動ブロック11と接触する移動体17の接触面が平面でなくても、本発明による圧電アクチュエータで移動することが可能である。

【0023】(圧電アクチュエータに用いる電気回路の説明) 図3は、本発明の圧電アクチュエータの電気回路を示す図である。電気回路は信号発生器19、ドライバー20および本発明の圧電アクチュエータ21から構成される。圧電アクチュエータ21は、上述のごとく

成である。信号発生器19はドライバー20と接続し、ドライバー20は圧電アクチュエータの電極15と接続する。また、圧電アクチュエータのもう一方の電極16を接地する。

【0024】信号発生器19が発生させた信号はドライバー20に入力される。ドライバー20はこの信号を増幅するとともに、複数ある電極15を選択し、そのうちの一部もしくは全てに通電する。この電極15に入力した電圧に応じて、圧電素子14および変位機構部13が屈曲振動する。この振動が圧電アクチュエータの駆動源となる。

【0025】ここでは電極16を接地したが、電極15に印加する電圧と対極に接続しても、この圧電アクチュエータは動作する。なお、印加電圧に関しては、ここでは交流電圧を印加したが、単極のパルスでも動作する。また、圧電素子を駆動するための電圧源を用いたが、自励振回路を使用しても圧電アクチュエータとして同様の機能を有することができる。

【0026】(実施の形態2) 図4は、往復運動および回転運動できる本発明の圧電アクチュエータの斜視図である。圧電アクチュエータは、駆動ブロック11、圧電素子14a、14b、14cおよび14d、圧電素子14a~14dと電気的に接合された電極15a、15b、15cおよび15d、駆動ブロック11と電気的に接合された電極16とで構成される。駆動ブロック11の内部にはU字もしくはコ字型などの穴12a、12b、12cおよび12d、穴12a~12dにより切り出された変位機構部13a、13b、13cおよび13d、変位機構部13a~13dに接合された圧電素子14a~14dが配置されている。そして、電極15a~15dにはドライバー19を、ドライバー19には信号発生器20を接続し、電極16を接地する。

【0027】この変位機構部13a~13dは、駆動ブロック11に対し自由に可動する自由端部と駆動ブロック11に固定された固定端部を有する。また変位機構部13a~13dは駆動ブロック11の内部に存在し、駆動ブロック11に対して突起部分を持たない。移動体17が往復運動できるよう、変位機構部13a~13dの向きが一樣ではなく、自由端部と固定端部の位置関係が相反する2種類の向きとなるよう駆動ブロック11に配置する。つまり図4中では、変位機構部13aと13cは自由端部と固定端部の方向を揃えて配置し、残りの変位機構部13bと13dは、変位機構部13aと13cと逆方向に自由端部と固定端部の方向を揃えて配置する。

【0028】その上で、この駆動ブロック11の圧電素子が接合された面を下にし、駆動ブロック11の上面に移動体17を設置する。この移動体17と駆動ブロック11とは移動体17の自重で加圧接触している。そこで、信号発生器19からドライバー20を経て、電極1

5a~15dに交流電圧を印加する。このとき、ドライバー20は電圧を増幅する一方、変位機構部13a~13dの向きに応じて、スイッチングの役割を果たす。つまり、ドライバー20は、移動体17を右に移動するときは、自由端が左に配置された変位機構部13a、13cの電極15a、15cのみに電圧を印加し、移動体を左に移動するときは、その逆向きの変位機構部13b、13dの電極15b、15dのみに電圧を印加する。

【0029】また、図4中で変位機構部13aと13dもしくは13bと13cのように固定端部と自由端部を結ぶ直線が同一直線上に存在しない複数の変位機構部を同時に駆動することで、移動体17の回転運動が可能となる。従って、ドライバー20によるスイッチング制御によりこの変位機構部13a~13dの向きを選ぶことにより、移動体の移動方向を制御することが可能となる。そして、2種類の正反対向きの変位機構部13a~13dを有する本圧電アクチュエータは、移動体17の往復・回転運動機能を可能とするものである。

【0030】なお、ここでは、駆動ブロック11にはステンレス鋼材を、圧電素子14にはPZT薄膜を使用した。駆動ブロック11と接合した電極16に通電するために、駆動ブロック11は導電体であることが必要である。ただし、圧電素子14-移動体17間を導体、絶縁体で多層構造にすれば、表面が絶縁体の駆動ブロックも可能である。

【0031】ここでは電極16を接地したが、電極15a~15dに印加する電圧と対極に接続しても、この圧電アクチュエータは動作する。なお、印加電圧に関しても、ここでは、交流電圧を印加したが、単極のパルスでも動作する。なお、本圧電アクチュエータの駆動には、移動体17と変位機構部13a~13dの加圧接触が要求される。ここでは、移動体17の自重により駆動ブロック11と加圧接触させた。しかし、駆動ブロック11、特に変位機構部13a~13dと移動体17を加圧接触させるバネ等の機構を付加することで、自重によらない一定の接触圧を加圧できる。したがって、圧電アクチュエータと移動体の上下位置関係によらず、移動体17を駆動することが可能である。

【0032】また、移動体17と変位機構部13a~13dとの接触に関して、図4では変位機構部13a~13dと接触する移動体17の接触面を平面であらわした。しかし、複数の変位機構部が駆動ブロックに配置される場合、移動体17はある一つの変位機構部と接触していれば最低限一方への駆動が可能である。なお、この2種類の変位機構部13a~13dを有する圧電アクチュエータを、後述の実施の形態4のように用いると、圧電アクチュエータ自体が基盤18上を往復・回転運動する構成も可能である。

【0033】（実施の形態3）図5は、360°任意方向への移動および回転駆動が可能な本発明の圧電アクチ

ュエータの斜視図である。圧電アクチュエータの構成は、実施の形態1と同様に、駆動ブロック11、圧電素子14a、14b、14cおよび14d、圧電素子14a~14dと電気的に接合された電極15a、15b、15cおよび15d、駆動ブロック11と電気的に接合された電極16とで構成される。駆動ブロック11の内部にはU字もしくはコ字型などの穴12a、12b、12cおよび12d、穴12a~12dにより切り出された変位機構部13a、13b、13cおよび13d、変位機構部13a~13dに接合された圧電素子14a~14dが配置されている。この変位機構部13a~13dは、駆動ブロック11に対し自由に可動する自由端部と駆動ブロック11に固定された固定端部を有する。また変位機構部13a~13dは駆動ブロック11の内部に存在し、駆動ブロック11に対して突起部分を持たない。そして、電極15a~15dにはドライバー19を、ドライバー19には信号発生器20を接続し、電極16を接地する。

【0034】ここで、4つの変位機構部13a~13dをその自由端部と固定端部の位置関係が各々直角となる4種類の向きに駆動ブロック11に配置する。また、正反対の向きに配置された2組の変位機構部13aと13c、あるいは13bと13dは各々同一直線上には配置しない。その上で、この駆動ブロック11の圧電素子が接合された面を下にし、駆動ブロック11の上面に移動体17を設置する。この移動体17と駆動ブロック11とは移動体17の自重で加圧接触している。

【0035】そこで、信号発生器19からドライバー20を経て、電極15a~15dに交流電圧を印加する。このとき、ドライバー20は電圧を増幅する一方、変位機構部13a~13dの向きに応じて、スイッチングの役割を果たす。つまり、図6中で移動体17を右に移動するときは、自由端が左に配置された変位機構部13aの電極15aのみにドライバー20は電圧を印加し、移動体を左に移動するときは、その逆向きの変位機構部13cの電極15cのみに電圧を印加するものである。また、紙面裏方向に移動体を駆動するときは、紙面表に自由端が配置された変位機構部13bの電極15bのみに電圧を印加する役割をドライバー20は有している。

【0036】また、移動体17の駆動方向が変位機構部に沿った方向以外の方向への移動も、2種類の変位機構部を駆動することで可能となる。つまり、紙面裏方向に向かって右へ30°の向きに駆動する場合、自由端が左および紙面表に配置された変位機構部13a、13bの電極15a、15bに電圧を印加する。そして、その印加電圧も一定ではなく、自由端が左に配置された変位機構部13aの電極15aへの印加電圧を1とすると、自

由端が紙面表に配置された変位機構部13bの電極15bへの印加電圧を1.7に制御することで、移動体17の駆動方向の制御が可能となる。

【0037】また、正反対方向に配置された変位機構部13aと13c、もしくは13bと13dを同時に駆動すると、移動体17は回転運動する。これは、正反対の向きの変位機構部13aと13c、13bと13dが同一直線上に配置されていないためである。従って、4種類の各々直角の向きに配置された変位機構部13a~13dを有する本圧電アクチュエータは、移動体17を平面上で360°任意方向に駆動・回転駆動する機能を有するものである。

【0038】なお、ここでは、駆動ブロック11にはステンレス鋼材を、圧電素子14a~14dにはPZT薄膜を使用した。駆動ブロック11と接合した電極16に通電するために、駆動ブロック11は導電体であることが必要である。ただし、圧電素子14a~14d-移動体17間を導体、絶縁体で多層構造にすれば、表面が絶縁体の駆動ブロックも可能である。

【0039】ここでは電極16を接地したが、電極15a~15dに印加する電圧と対極に接続しても、この圧電アクチュエータは動作する。なお、印加電圧に関しても、ここでは、交流電圧を印加したが、単極のパルスでも動作する。なお、本圧電アクチュエータの駆動には、移動体17と変位機構部13の加圧接触が要求される。ここでは、移動体17の自重により駆動ブロック11と加圧接触させた。しかし、駆動ブロック11、特に変位機構部13と移動体17を加圧接触させるバネ等の機構を付加することで、自重によらない一定の接触圧を加圧できる。したがって、圧電アクチュエータと移動体の上下位置関係によらず、移動体17を駆動することが可能である。

【0040】なお、この4種類の変位機構部13a~13dを有する圧電アクチュエータを、後述の実施の形態4のように用いると、圧電アクチュエータ自体が基盤18上を360°任意方向への駆動・回転運動する構成も可能である。

（実施の形態4）図6は、本発明の圧電アクチュエータ自体が移動機構となることを示す図である。

【0041】圧電アクチュエータは、駆動ブロック11、圧電素子14a、14b、14cおよび14d、圧電素子14a~14dと電気的に接合された電極15a、15b、15cおよび15d、駆動ブロック11と電気的に接合された電極16とで構成される。駆動ブロック11の内部にはU字もしくはコ字型などの穴12a、12b、12cおよび12d、穴12a~12dにより切り出された変位機構部13a、13b、13cおよび13d、変位機構部13a~13dに接合された圧電素子14a~14dが配置されている。この変位機構部13a~13dは、駆動ブロック11に対し自由に可

動する自由端部と駆動ブロック11に固定された固定端部を有する。また変位機構部13a~13dは駆動ブロック11の内部に存在し、駆動ブロック11に対して突起部分を持たない。そして、電極15a~15dにはドライバー19を、ドライバー19には信号発生器20を接続し、電極16を接地する。

【0042】以上の構成の圧電アクチュエータを圧電素子の面が上になるよう基盤18上に設置する。そこで、電極15a~15dに交流電圧を印加すると、圧電素子14a~14dは印加電圧に応じて、屈曲を繰り返す。この圧電素子14a~14dの屈曲により、変位機構部13a~13dに曲げ運動が励起され、振動する。この振動が駆動源となり、圧電アクチュエータ全体は変位機構部13a~13dの固定端部から自由端部へ向かう方向、つまり図4の左から右へ移動する。

【0043】なお、実施の形態3のように、変位機構部13の固定端部と自由端部の向きを各々直角に揃え、複数の変位機構部13を同一直線上に配置しないことで、基盤18上を360°任意方向への移動および回転運動する圧電アクチュエータも実現可能である。なお、実施の形態1と同様に、ここでは、駆動ブロック11にはステンレス鋼材を、圧電素子14a~dにはPZT薄膜を使用した。駆動ブロック11と接合した電極16に通電するために、駆動ブロック11は導電体であることが必要である。ただし、圧電素子14a~d-基盤18間を導体、絶縁体で多層構造にすれば、表面が絶縁体の駆動ブロックも可能である。

【0044】ここでは電極16を接地したが、電極15a~15dに印加する電圧と対極に接続しても、この圧電アクチュエータは動作する。印加電圧に関しても、ここでは、交流電圧を印加したが、単極のパルスでも動作する。なお、本圧電アクチュエータの駆動には、基盤18と変位機構部13a~dの加圧接触が要求される。ここでは、圧電アクチュエータの自重により駆動ブロック11と基盤18を加圧接触させた。しかし、駆動ブロック11、特に変位機構部13a~13dと基盤18を加圧接触させるバネ等の機構を付加することで、自重によらない一定の接触圧を加圧できる。したがって、圧電アクチュエータと移動体の上下位置関係によらず、圧電アクチュエータを駆動することが可能である。

【0045】また、基盤18と変位機構部13a~13dとの接触に関して、図6では変位機構部13a~13dと接触する基盤18の接触面を平面で表わした。しかし、複数の変位機構部が駆動ブロックにある場合は、ある一つの変位機構部と接触していれば駆動できる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、圧電アクチュエータの小型化が実現できる。つまり、本発明の圧電アクチュエータは、駆動ブロック内部に駆動ブロックに一端を固定された固定端部と他端部を駆動プロ

ックから切り離された自由端部を有する変位機構部を設け、この変位機構部に圧電素子を貼り付けた配置構成とした。このことから、従来の圧電アクチュエータに不可欠であった駆動対象物と接触する突起部分が不必要となり、小型化に対して問題となった突起部分作成についての問題点全てを回避できる。

【0047】また、平板形状の変位機構部は剛性が低く、屈曲振動を励起するエネルギーが小さくても、変位機構部の大きな振動振幅を得られる。このことにより、駆動ブロックと移動体部材間で振動振幅-移動速度間の伝達効率の高い運動変換系を実現できる。これより、以下の効果を有する。

- ① 極めて小型な圧電アクチュエータになる。
- ② 薄型化が可能な圧電アクチュエータになる。
- ③ 本発明の圧電アクチュエータは最少機能部品数で直進運動機能が再現される。
- ④ 本発明の圧電アクチュエータは最少機能部品数で往復運動機能が再現される。
- ⑤ 本発明の圧電アクチュエータは最少機能部品数で360°任意方向への運動機能が再現される。
- ⑥ 本発明の圧電アクチュエータは最少機能部品数で回転運動機能が再現される。
- ⑦ 移動体もしくは圧電アクチュエータ自体の自重による微小加圧接触で運動機能が実現する。
- ⑧ エッチングプロセス処理で構成部品が形成可能なため、構成部品の高精度化、組立および調整作業が最少工程数となり、安価に大量生産が可能となる。
- ⑨ また、本発明の圧電アクチュエータは、以上のような

小型薄型化の特徴から、従来の圧電アクチュエータのように単体で直進運動の得られるデバイスとしてだけでなく周りの部品との一体化や、機器組込型として利用でき、多くの分野で応用展開が行われる効果も兼ね備える。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の圧電アクチュエータの第1の実施例の構成図

【図2】 本発明の圧電アクチュエータの動作原理を説明する断面図

【図3】 本発明の圧電アクチュエータの電気回路図

【図4】 本発明の圧電アクチュエータの第2の実施例の構成図

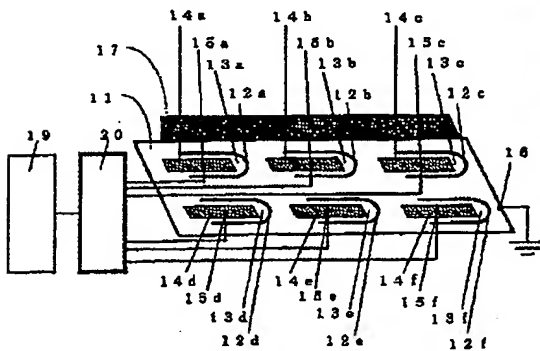
【図5】 本発明の圧電アクチュエータの第3の実施例の構成図

【図6】 本発明の圧電アクチュエータの第4の実施例の構成図

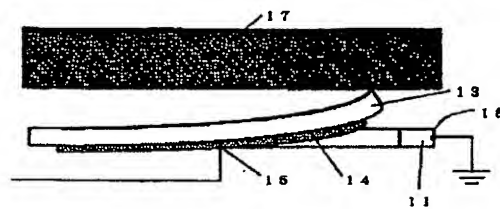
【符号の説明】

- 11 駆動ブロック
- 12 穴
- 13 変位機構部
- 14 圧電素子
- 15 圧電素子と接合された電極
- 16 駆動ブロックと接合された電極
- 17 移動体
- 18 基盤
- 19 信号発生器
- 20 ドライバー

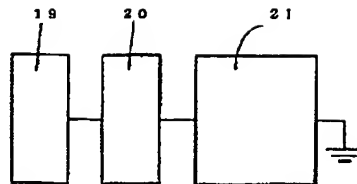
【図1】



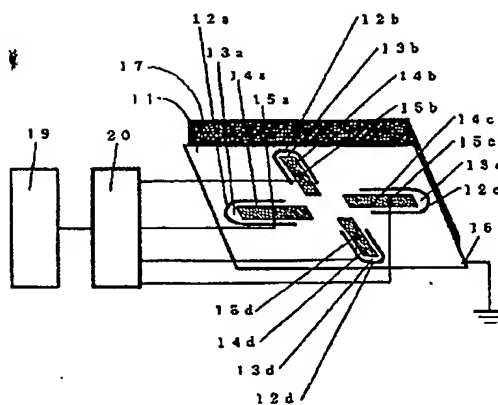
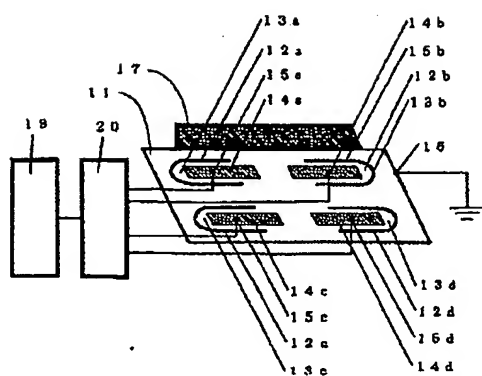
【図2】



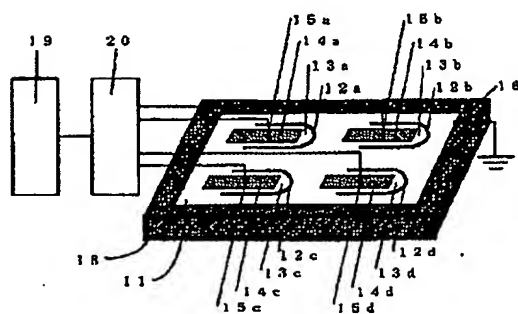
【図3】



【図5】



【图6】



(72)発明者 前田 英孝
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セ
イコーインスツルメンツ株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.